



TITLE:

Physiological and Genetic Factors for High Leaf Photosynthetic Capacity in Soybean (Glycine max (L.) Merr.)( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Sakoda, Kazuma

---

CITATION:

Sakoda, Kazuma. Physiological and Genetic Factors for High Leaf Photosynthetic Capacity in Soybean (Glycine max (L.) Merr.). 京都大学, 2019, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2019-03-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21805>

RIGHT:

許諾条件により本文は2020-03-24に公開

( 続紙 1 )

京都大学	博士（農学）	氏名	迫田 和馬
論文題目	Physiological and Genetic Factors for High Leaf Photosynthetic Capacity in Soybean ( <i>Glycine max</i> (L.) Merr.) (ダイズ個葉における高光合成能に寄与する生理的・遺伝的要因の解明)		
(論文内容の要旨)			
<p>ダイズは、世界の需要が急速に増大しており、生産性向上の方策の一つとして収量性の遺伝的改良が課題になっている。本論文は、ダイズ個葉の遺伝的改良を目指して、高光合成能に寄与する生理的・遺伝的要因を解明することを目的として行った研究をとりまとめたものであり、その内容は以下のように要約される。</p> <p>第1章緒言では、作物の生産性向上のための群落物質生産能および個葉光合成能向上の意義を論じた上で、イネおよびダイズの個葉光合成速度の支配要因に関する既往の研究を概観し、ダイズの光合成能の向上にはなお遺伝変異の探索、ならびに個葉光合成過程における二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の輸送と同化のそれぞれの支配要因の解明が不可欠であることを指摘した。</p> <p>第2章では、アジアから収集された多数のダイズ品種・系統を対象として光合成能の遺伝変異を調査した。アジア各地より収集された有限伸育型かつ同様の熟期型に属するダイズ216系統を対象に、その生育初期の個体のガス交換活性を、人工気象室内で熱画像による葉温測定結果から評価した。その結果、先行研究において高い光合成能を示すことが報告されてきた米国品種UA 4805と比較して、それよりも高いガス交換活性を示す2品種、JijoriおよびJin dou 17をみいだした。これらを含む4～11系統の個葉光合成速度を圃場条件下で評価し、上述の2品種および中国在来品種 Pekingが安定的に高い個葉光合成速度を示すことを確認した。</p> <p>第3章では、ダイズ個葉における高光合成能に寄与する生理的要因を検討した。すなわち、第2章において高光合成品種として同定されたJijori、Jin dou 17およびPekingを含む4～11のダイズ品種系統を対象に、CO<sub>2</sub>輸送の気孔コンダクタンス（g<sub>s</sub>）と葉肉コンダクタンス（g<sub>m</sub>）、葉緑体におけるCO<sub>2</sub>固定活性を示す最大カルボキシル化速度（V<sub>cmax</sub>）を評価した。さらに、これらの形質を規定する要因として光合成測定葉の形態特性および光合成関連タンパク質に関する特性を調査した。3品種はいずれも、クロロフィル蛍光法により測定したg<sub>m</sub>について高い値を示した。中でもJin dou 17は特に高いg<sub>m</sub>を示した。Jijoriは、葉緑体内CO<sub>2</sub>濃度（C<sub>c</sub>）に対する光合成速度の反応曲線解析から導いたV<sub>cmax</sub>について、ほかの2品種に比べて高い値を示した。一方Pekingは、ほかの2品種に比べて常に高いg<sub>s</sub>を示した。さらに、Jin dou 17は、生育時期により葉肉細胞の細胞壁が薄いことが観察され、このことが特に高いg<sub>m</sub>に寄与していると推察された。Jijoriは、CO<sub>2</sub>固定反応を触媒する酵素Rubiscoの含量について高い値を示し、これにより優れたCO<sub>2</sub>固定活性を実現していると考えられた。以上より、上述の3品種は、それぞれ異なる生理的要因により高い光合成能を実現していると考えられた。</p> <p>第4章では、高光合成能に寄与する遺伝的要因を解析した。エンレイの遺伝背景に</p>			

Pekingの染色体断片が導入された染色体断片置換系統群 (CSSLs) (農研機構遺伝資源センター) 103系統の個葉光合成速度を圃場条件で測定し、QTLを検定した。第13番および第20番染色体上に個葉光合成速度に対して有意な効果を示す量的形質遺伝子座 (QTL、*qLPC13*および*qLPC20*) が同定された。これらQTLにおける遺伝子型を異にする系統を用いた解析結果から、*qLPC13*のPeking型アレルは、単位葉面積当たり気孔数 (SD) と葉身が保有する窒素の光合成関連タンパク質への分配比を増加させることで、一方*qLPC20*のPeking型アレルはSDまたは単位葉面積当たり窒素含量を減少させることで、それぞれ光合成速度を向上または低下させる効果を有すると考えられた。

第5章総合考察では、上述の結果を総括し、3つの高光合成品種が異なる生理的要因により高い光合成能を実現していることから、それらの遺伝要因を集積することにより、ダイズの個葉光合成能のさらなる向上を実現できる可能性があるとした。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

ダイズの収量は主要穀物に比べて低い水準にあり、その向上が課題になっている。それには、不適切な土壌水分や温度環境に対する適応性ととも、好適な条件における潜在収量性の向上が求められる。高い光合成能力を示す遺伝資源をみだし、原因となる形質と遺伝要因を明らかにすることができれば、そのことに寄与できるものと期待される。しかし光合成速度の評価は、専用の測定機器と多大な労力を要するため、対象にできる品種系統数が限られ、そのことが変異の探索とそれをもとにした品種改良を阻んできた。本論文は、既存のダイズに存在する光合成能の変異に関する多数の遺伝資源を対象にした調査を行い、従来の品種よりも明らかに高い光合成能を示す品種をみだし、その生理的・遺伝的要因を明らかにしたものであり、評価すべき点は以下のように要約される。

1. 葉身の表面温度からガス交換活性を評価する方法を用いることにより、216という今までにない多数の品種を対象にした光合成能に関わる調査をダイズに関してはじめて行うとともに、その結果を圃場条件下でも検証した。これにより、既往の研究において光合成能が高いと評価されてきた品種よりも明らかに高い光合成能を有する品種をみだした。

2. 高光合成品種が持つ生理的特性を、圃場条件下で明らかにした。すなわち、選抜された3品種の光合成関連形質を圃場条件下で精査した。このことを通じ、これまで品種間差異に関する知見がきわめて乏しかった、葉肉CO<sub>2</sub>コンダクタンスの品種間変異とそれに関連する葉身形態形質を明らかにするなど、新たな知見を提示した。そして3つの品種が持つ高光合成要因にはそれぞれ異なる部分があることを明らかにし、既存の品種を上回る光合性能を有する品種を開発できる可能性を示した。

3. ダイズの圃場条件における個葉光合成速度に関する遺伝分析をはじめて行い、光合成能に関連する新たな量的形質遺伝子座(QTL)を提示した。またその効果を検証するとともに、それらのQTLによって影響を受ける光合成速度関連形質を明らかにした。

以上のように、本論文は、ダイズの個葉光合成能を支配する生理的・遺伝的要因について新たな知見を提示したものであり、作物学、育種学、栽培システム学の発展に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成31年1月17日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)